

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/019661

International filing date: 21 December 2004 (21.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-005067  
Filing date: 13 January 2004 (13.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 10 February 2005 (10.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

21.12.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 4 年    1 月 1 3 日  
Date of Application:

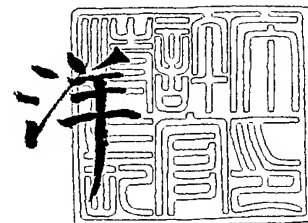
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 4 - 0 0 5 0 6 7  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 4 - 0 0 5 0 6 7 ]

出      願                      人                      日本精工株式会社  
Applicant(s):                      N S K ステアリングシステムズ株式会社

2 0 0 5 年    1 月 2 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 NSK0375  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 B62D 5/04  
H02P 5/00

【発明者】  
【住所又は居所】 群馬県前橋市鳥羽町 7 8 番地 N S Kステアリングシステムズ株式  
会社内  
【氏名】 タ カオ ミン

【発明者】  
【住所又は居所】 群馬県前橋市鳥羽町 7 8 番地 N S Kステアリングシステムズ株式  
会社内  
【氏名】 小林 秀行

【発明者】  
【住所又は居所】 群馬県前橋市鳥羽町 7 8 番地 N S Kステアリングシステムズ株式  
会社内  
【氏名】 遠藤 修司

【特許出願人】  
【識別番号】 000004204  
【氏名又は名称】 日本精工株式会社

【特許出願人】  
【識別番号】 302066629  
【氏名又は名称】 N S Kステアリングシステムズ株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100078776  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 安形 雄三

【選任した代理人】  
【識別番号】 100114269  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 五十嵐 貞喜

【選任した代理人】  
【識別番号】 100093090  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 北野 進

【選任した代理人】  
【識別番号】 100119194  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 石井 明夫

【選任した代理人】  
【識別番号】 100128679  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 星 公弘

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 010836  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1

【物件名】

要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

モータによるアシスト力を操舵系に付与するようになっているベクトル制御方式の電動パワーステアリング装置の制御装置において、角速度に応じた位相遅れを求め、前記位相遅れを電気角に加算して修正電気角を算出し、前記修正電気角に基づいてベクトル制御における電流指令値生成の補償を行うようになっていることを特徴とする電動パワーステアリング装置の制御装置。

**【請求項 2】**

前記位相遅れが電流制御の応答遅れを含んでいる請求項 1 に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

**【請求項 3】**

モータによるアシスト力を操舵系に付与するようになっているベクトル制御方式の電動パワーステアリング装置の制御装置において、角速度に応じた第 1 位相遅れを求め、前記第 1 位相遅れを電気角に加算して第 1 修正電気角を算出し、前記第 1 修正電気角に基づいてベクトル制御における電流指令値生成の補償を行うと共に、前記角速度に応じた第 2 位相遅れを求め、前記第 2 位相遅れを電気角に加算して第 2 修正電気角を算出し、前記第 2 修正電気角に基づいてベクトル制御における逆起電圧の補償を行うようになっていることを特徴とする電動パワーステアリング装置の制御装置。

**【請求項 4】**

前記第 1 位相遅れ及び第 2 位相遅れが電流制御の応答遅れを含んでいる請求項 3 に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】電動パワーステアリング装置の制御装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車や車両の操舵系にモータによる操舵補助力を付与するようにしたベクトル制御方式の電動パワーステアリング装置の制御装置に関し、特にベクトル制御におけるモータ電流の遅れを進角で補償して性能を向上した電動パワーステアリング装置の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車や車両のステアリング装置をモータの回転力で補助負荷付勢する電動パワーステアリング装置は、モータの駆動力を、減速機を介してギア又はベルト等の伝達機構により、ステアリングシャフト或いはラック軸に補助負荷付勢するようになっている。かかる従来の電動パワーステアリング装置は、アシストトルク（操舵補助トルク）を正確に発生させるため、モータ電流のフィードバック制御を行っている。フィードバック制御は、電流指令値とモータ電流検出値との差が小さくなるようにモータ印加電圧を調整するものであり、モータ印加電圧の調整は、一般的にPWM（パルス幅変調）制御のデューティ比の調整で行っている。

【0003】

電動パワーステアリング装置のモータ現在位置を高速に応答させるものとして、例えば特開2003-189658（特許文献1）がある。特許文献1の制御装置は、指令 $\theta_{ref}$ を提供する指令発生器4と、負荷機械1と、トルク指令 $T_{ref}$ に基づいて負荷機械1を駆動するモータ駆動装置2とを備え、前記モータ駆動装置2のモータ現在位置 $\theta_m$ に基づいてトルク指令 $T_{ref}$ を提供する遅れ補償モータ制御装置であり、モータ駆動装置2の状態を観測し、そのモータ現在位置 $\theta_m$ より遅れたモータ遅れ位置 $\theta_n$ を提供する観測装置3と、前記モータ遅れ位置 $\theta_n$ と前記トルク指令 $T_{ref}$ とに基づいて推定モータ現在位置 $h\theta_m$ を提供する遅れ補償オブザーバ6と、前記指令 $\theta_{ref}$ と前記推定モータ現在位置 $h\theta_m$ とに基づいてトルク指令 $T_{ref}$ を提供する第1制御装置5とを備えたものである。

【特許文献1】特開2003-189658

【特許文献2】特願2003-163446

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載の電動パワーステアリング装置は上述のように、遅れ位置 $\theta_n$ とトルク指令 $T_{ref}$ を入力し、推定現在位置を出力する遅れオブザーバを設け、推定モータ現在位置 $h\theta_m$ がモータ現在位置 $\theta_m$ を推定するようにしている。

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の装置では推定演算式が複雑であると共に、電動パワーステアリングでは慣性モーメント $J_m$ を決定することが困難であるという問題がある。電動パワーステアリングでは、モータ→減速ギア→インタミ・ジョイント→ラック・ピニオン→…タイヤのように、多数の部品が駆動すべき対象となっており、それぞれの接続部分にはガタ（あそび）があるため、慣性モーメント $J_m$ を求めることが非常に困難である。

【0006】

また、本出願人による特許文献2では逆起電圧の遅れ補償を提案しているが、実モータの情報（位置、角速度、電圧、電流、逆起電圧など）と制御で使用している情報との遅れが、トルクリップル発生の大きな原因であるということを前提にしている。つまり、上記情報の遅れを補償すれば、トルクリップルが減少することになる。

【0007】

本発明は上述のような事情よりなされたものであり、本発明の目的は、簡易な演算でモータ回転時のトルクリップルを減少させることで、操舵フィーリングを向上した円滑で安全なアシスト制限を行い得る電動パワーステアリング装置の制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、モータによるアシスト力を操舵系に付与するようになっているベクトル制御方式の電動パワーステアリング装置の制御装置に関し、本発明の上記目的は、角速度に応じた位相遅れを求め、前記位相遅れを電気角に加算して修正電気角を算出し、前記修正電気角に基づいてベクトル制御における電流指令値生成の補償を行うことによって達成され、前記位相遅れが電流制御の応答遅れを含んでいることにより、より効果的に達成される。

【0009】

また、本発明の上記目的は、角速度に応じた第1位相遅れを求め、前記第1位相遅れを電気角に加算して第1修正電気角を算出し、前記第1修正電気角に基づいてベクトル制御における電流指令値生成の補償を行うと共に、前記角速度に応じた第2位相遅れを求め、前記第2位相遅れを電気角に加算して第2修正電気角を算出し、前記第2修正電気角に基づいてベクトル制御における逆起電圧の補償を行うことによって達成され、前記第1位相遅れ及び第2位相遅れが電流制御の応答遅れを含んでいることにより、より効果的に達成される。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、実モータの情報と制御で使用している情報との遅れを進角制御で補償することにより、モータ電流  $I_m$  を正確に制御することができるので、モータのトルクリップル及び動作ノイズを減少することができる。進角制御は簡易な一次関数で行うことができ、遅れの補償により操舵フィーリングを向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

モータによるアシスト力を操舵系に付与するようになっている電動パワーステアリング装置の制御装置のベクトル制御では、理論的にトルクリップルをなくす電流指令値を生成する必要がある。トルクリップルをなくすためには、モータ電流に遅れがないことが条件であるが、サンプリング周期や電流制御の遅れにより、モータ電流は電流指令値より遅れることになる。本発明では、その遅れを、電流指令値を生成するときに使用する角度を進ませることにより補償する。

【0012】

本発明では、上記遅れ量が、一定の遅れ量と角速度に比例することを知見し、簡易な一次式  $y = ax + b$  で補償するようにしている。つまり、本発明では遅れ量の補償対象を絞り（電流）、演算量に対する効果が最大になるように簡易な一次関数を使用することが大きな特徴である。

【0013】

以下に、本発明の実施例を、図面を参照して説明する。

【0014】

図1は本発明の原理構成を示しており、推定（若しくは検出）されたモータ回転数（速度） $\omega$  を、進角制御部を構成する進角要素11で進角制御し、進角制御された回転数（速度） $\omega_a$  に加算部12で角度推定値  $\theta_e$  を加算し、制限部13で0～360度内に限定されると共に、進角制御された角度推定値  $\theta_e a$  を出力し、この角度推定値  $\theta_e a$  をベクトル演算に使用するようにしている。なお、制限部13は角度推定値  $\theta_e a$  を0～360度の範囲に限定する機能を有している。即ち、角度推定値  $\theta_e$  は0～360度の範囲に限定されるが、回転数（速度） $\omega_a$  が加算されると360度を超える数値になる場合があり、これを0～360度の範囲に戻すことを行う。例えば角度推定値  $\theta_e$  が“350”で、回

転数(速度)  $\omega_a$  が“20”であるとする加算値は“370”であるが、制限部13を通すことにより  $370 - 360 = 10$  の“10”とする。

#### 【0015】

進角要素11の構成は図2に示すように、オフセット  $Offset$  にゲイン  $Gain$  を加算(又は減算)することにより得られる一次関数で出力するものである。つまり、進角要素11は下記(1)式の演算を行う。

$$\omega_a = \omega \times Gain + sign(\omega) \cdot Offset \quad \cdots (1)$$

このように回転数  $\omega$  を進角制御して角度推定値  $\theta_e$  に加算し、その加算結果を電流指令値の生成時に使用することによりモータ電流の遅れ量を補償でき、結果的にトルクリップルや動作ノイズを減少することができる。

#### 【0016】

図3は本発明を適用した全体の構成例を示しており、電流指令  $I_{ref}$  は制限部1に入力され、制限部1で上下値を制限された電流指令  $I_{ref1}$  が  $I_d$  計算部2及び  $I_q$  計算部3に入力される。 $I_d$  計算部2はベクトル制御におけるd軸電流を計算する部分であり、d軸電流はモータの磁力(トルク定数)を制御し、磁界を弱める弱め磁界制御を行って、高速回転での特性を改善するものである。また、 $I_q$  計算部3はベクトル制御におけるq軸電流を計算する部分であり、モータ10の入出力エネルギーの関係よりq軸電流を求めるようになっている。

#### 【0017】

$I_d$  計算部2からのd軸電流  $I_{dref}$  は  $I_q$  計算部3に入力されると共に、 $dq/a$   $bc$  (2相/3相)変換部4に入力される。 $I_q$  計算部3で計算されたq軸電流  $I_{qref}$  も  $dq/a$   $bc$  変換部4に入力され、 $dq/a$   $bc$  変換部4からは変換された3相電流  $I_{aref}$ ,  $I_{bref}$ ,  $I_{cref}$  が出力される。3相電流  $I_{aref}$ ,  $I_{bref}$ ,  $I_{cref}$  はそれぞれ減算器  $SB1$ ,  $SB2$ ,  $SB3$  でモータ電流 ( $I_m$ )  $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$  との差分が求められ、その差分がそれぞれ  $PI$  制御部101, 102, 103で  $PI$  制御され、 $PI$  制御された電流がそれぞれ加算器  $AD1$ ,  $AD2$ ,  $AD3$  で逆起電圧  $EMF_a$ ,  $EMF_b$ ,  $EMF_c$  と加算されて  $PWM$  回路5に入力され、駆動回路6を介してモータ10が駆動制御されるようになっている。

#### 【0018】

3相のモータ電流  $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$  はそれぞれ前述した減算器  $SB1$ ,  $SB2$ ,  $SB3$  にフィードバックされると共に、 $EMF$  (逆起電圧) 計算部7及び推定部100に入力され、3相のモータ電圧  $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$  は  $EMF$  計算部7及び推定部100に入力される。 $EMF$  計算部7で計算された3相の逆起電圧  $E_a$ ,  $E_b$ ,  $E_c$  は  $abc/dq$  (3相/2相)変換部8に入力され、2相に変換された電圧  $E_d$  及び  $E_q$  がq軸電流を計算する  $I_q$  計算部3に入力される。推定部100には、モータ10のロータ位置を検出するホールセンサからのホール信号が入力されている。

#### 【0019】

また、推定部100で推定された回転数  $\omega$  は進角制御部110及び120に入力されると共に、 $I_q$  計算部3に入力される。進角制御部110は進角要素111及び加算器112で構成され、進角制御部120は進角要素121及び加算器122で構成されている。進角要素111で進角制御された角度  $\Delta\theta_1$  は加算器112に入力され、進角要素121で進角制御された角度  $\Delta\theta_2$  は加算器122に入力される。推定部100で推定された角度推定値  $\theta_e$  は進角制御部110の加算器112に入力されると共に、進角制御部120の加算器122に入力され、進角制御部110で進角制御された角度推定値  $\theta_1$  は  $abc/dq$  変換部8に入力されると共に、 $dq/a$   $bc$  変換部4に入力される。また、進角制御部120で進角制御された角度推定値  $\theta_2$  はルックアップテーブル130に入力され、ルックアップテーブル130は3相電圧  $EMF_a$ ,  $EMF_b$ ,  $EMF_c$  を生成して加算器  $AD1$ ,  $AD2$ ,  $AD3$  に入力する。なお、進角制御部110及び120では角度の範囲



を限定する限定部を省略している。

#### 【0020】

このような構成において、その動作を以下に説明する。

#### 【0021】

進角制御部120における逆起電圧の進角制御では、ルックアップテーブル130からの逆起電圧EMF a, EMF b, EMF cは電流制御のフィードフォワード制御に使用され、進角制御された角度 $\theta_2$ は角度推定値 $\theta_e$ の遅れに基づく誤差を修正するために使用される。また、進角制御部110における電流指令の進角制御では、進角制御された角度 $\theta_1$ はモータ電流 $I_m$ の遅れを修正するために使用される。

#### 【0022】

推定部100で推定される角度推定値 $\theta_e$ は、モータモデル（例えば特願2003-101195）及びホール信号（例えば特願2003-101195）を用いたモータ電圧 $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ 及びモータ電流 $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$ から推定される。そのため、角度推定値 $\theta_e$ には常に電圧や電流の測定及び信号処理（フィルタ、電圧や電流の読取、ホール信号等）の遅れに基づく小量の誤差が存在する。そして、遅れはロータの回転速度の関数であり、速度が速ければ速いほど遅れが大きくなる。というのは、フィードフォワードのための逆起電圧EMF a, EMF b, EMF cは、ルックアップテーブル130から角度 $\theta_2$ に基づいて読み出され、ルックアップテーブル130への入力を制御することにより遅れを修正することが容易である。

#### 【0023】

制御システムにおけるモータ電流の遅れはモータ10のインダクタンス $L$ に起因し、それは速度 $\omega$ の関数となっている。図4の波形図は電流応答の遅れの例を示しており、電流指令 $I_{ref}$ は正から負に変化するが、モータ電流 $I_m$ は電流指令 $I_{ref}$ に高速に追従しない。つまり、 $dI_m/dt$ が十分な高速とはならない。1相の場合のモータ式は、負荷抵抗を $R$ 、モータ速度を $\omega_m$ として下記（2）式のようになる。

$$\begin{aligned} V_s &= I_m \cdot R + L \cdot dI_m/dt + EMF \\ &= I_m \cdot R + L \cdot dI_m/dt + K_e \cdot \omega_m \quad \cdots (2) \end{aligned}$$

上記（2）式を $dI_m/dt$ について解くと、下記（3）式となる。

$$dI_m/dt = \{V_s - I_m \cdot R - K_e \cdot \omega_m\} / L \quad \cdots (3)$$

しかしながら、ロータ位置の関数では、 $dI_m/dt$ を次のように記述することができる。

$$dI_m/dt = dI_m/d\theta \cdot d\theta/dt = dI_m/d\theta \cdot \omega_m \quad \cdots (4)$$

上記（4）式より下記（5）式が成立つ。

$$\begin{aligned} dI_m/d\theta &= dI_m/dt \cdot 1/\omega_m \\ &= \{V_s - I_m \cdot R - K_e \cdot \omega_m\} / L \cdot \omega_m \quad \cdots (5) \end{aligned}$$

上記（5）式は次のことを示している。即ち、インダクタンス $L$ が大きければ $dI_m/d\theta$ は小さく、遅れは小さい。そして、モータ速度 $\omega_m$ が大きければ $dI_m/d\theta$ は小さく、遅れは大きい。言い換えれば、電流の遅れはモータ10のインピーダンスに依存すると共に、速度 $\omega$ の関数となっている。

#### 【0024】

モータ電流 $I_m$ の遅れは、電流指令 $I_{ref}$ を予め角度 $\Delta\theta_1$ だけシフトすることにより減少若しくはキャンセルすることができる。というのは、本発明の制御システムでは、

d q / a b c 変換部 4 からの電流指令  $I_{a\text{ref}}$ ,  $I_{b\text{ref}}$ ,  $I_{c\text{ref}}$  はルックアップテーブルを用いて計算されるので、上記遅れ誤差を修正することが容易である。第 3 図において、

$$\theta_1 = \theta_e + \Delta\theta_1 \quad \dots (6)$$

であり、角度  $\theta_1$  は電流指令  $I_{a\text{ref}}$ ,  $I_{b\text{ref}}$ ,  $I_{c\text{ref}}$  の計算に使用される（例えば特願 2002-345135）。また、 $I_q$  計算部 3 で計算出力される電流指令  $I_{q\text{ref}}$  は、下記 (7) 式で求められる。

$$I_{q\text{ref}} = 2/3 \cdot T_{\text{ref}} \cdot (\omega_m / E_q) - I_{d\text{ref}} \cdot (E_d / E_q) \quad \dots (7)$$

また、2 相の d q を 3 相の a b c に変換する詳細は（例えば特願 2002-345135）に示されており、逆に 3 相の a b c を 2 相の d q に変換する詳細は（例えば特願 2002-345135）に示されている。

#### 【0025】

図 5 は電流指令  $I_{\text{ref}}$  の修正の様子を示しており、電流指令  $I_{\text{ref}}$  は同一波形で角度（時間） $\Delta\theta_1$  だけシフトされている。モータ電流  $I_m$  は修正された電流指令  $I_{\text{ref}}$  に対して遅れているが、元の電流指令  $I_{\text{ref}}$  に対しては遅れていない。

#### 【0026】

進角  $\Delta\theta_2$  は図 6 に示す特性であり、下記 (8) 式で表わされる。 $\Delta\theta_0$  はオフセットである。

$$\Delta\theta_2 = \Delta\theta_0 + K_2 \cdot \omega \quad \dots (8)$$

また、進角  $\Delta\theta_1$  は図 7 に示す特性であり、下記 (9) 式で表わされる。

$$\Delta\theta_1 = \Delta\theta_0 + K_1 \cdot \omega \quad \dots (9)$$

進角制御部 120 及びルックアップテーブル 130 による逆起電圧の補償は、本出願人による特願 2003-163446 に記述されている内容に則しているもので、以下にその概略を説明する。

#### 【0027】

逆起電圧 ( $EMF_a$ ,  $EMF_b$ ,  $EMF_c$ ) の生成は図 8 に示すように逆起電圧算出回路 21 を用いて行うが、逆起電圧算出回路 21 は規格化逆起電圧算出回路 21-1 及び回転数補正回路 21-2 で構成されている。規格化逆起電圧算出回路 21-1 では、モータが 1000 rpm での逆起電圧  $EMF_{1000}$  を修正電気角  $\theta_2$  に基づいて算出する。回転数補正回路 21-2 では、逆起電圧は回転数に比例するので下記 (10) 式のように表わせる。例えばモータが 1100 rpm であれば、規格化逆起電圧算出回路 21-1 で算出した値に 1.1 倍すれば良いということである。

$$EMF_{a, b, c} = (\omega / 1000) \cdot EMF_{1000} \quad \dots (10)$$

ここで、規格化逆起電圧算出回路 21-1 について説明すると、電気角  $\theta$  によって発生する逆起電圧波形は、実際のモータの種類又は設計値によって異なるため、規格化逆起電圧算出回路 21-1 は設計した実際のモータを使用して実測によって、1000 rpm での逆起電圧  $EMF_{1000}$  を求めている。そして、進角制御部 120 から遅れのない修正電気角  $\theta_2$  を逆起電圧算出回路 21 に入力すると、正確な逆起電圧  $EMF_a$ ,  $EMF_b$ ,  $EMF_c$  が算出される。規格化逆起電圧算出回路 21-1 及び回転数補正回路 21-2 で

の修正電気角  $\theta_2$  に対する逆起電圧  $EMF_a$ ,  $EMF_b$ ,  $EMF_c$  の算出を予め行い、ルックアップテーブル化（ルックアップテーブル 130）しておくことにより高速度な算出が可能である。

#### 【0028】

次に、逆起電圧補償の意味するところを図 10 を参照して説明する。図 9 (A) は、逆起電圧算出回路で算出した遅れのある逆起電圧  $EMF_1$  と実際の逆起電圧との関係を示しており、図 9 (B) は実際の逆起電圧とゲイン調整した逆起電圧  $K \cdot EMF$  との関係を示している。図 9 (B) において、電流制御回路などによってトルクリップルを少なくすることが困難な部分は、楕円 A で囲まれた部分である。楕円 B で囲まれた部分は、電流制御回路によって逆起電圧の遅れを誤差、外乱として補償できる部分である。楕円 C で囲まれた部分も同じように電流制御回路で補償することができる。よって、ゲインを乗ずる場合、楕円 A で囲まれた部分で、実際の逆起電圧とゲインを乗じた逆起電圧  $K \cdot EMF_1$  が重なるように、ゲインを乗ずることが重要である。

#### 【0029】

以上のように本発明によれば、電流指令に対して簡易な一次関数で求めた進角を与えているので、モータ電流の遅れを正確に補償することができ、モータのトルクリップル及び動作ノイズを減少することができる。進角制御は簡易な一次関数  $y = ax + b$  で行うことができ、遅れの補償により操舵フィーリングを向上させることができる。

#### 【0030】

逆起電圧に対する補償を行うことによって、操舵フィーリングを一層高めることができる。つまり、モータの出力トルクリップルを小さくでき、ハンドル操作がスムーズで、騒音の少ない電動パワーステアリングを実現できる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0031】

本発明によれば実モータの情報と制御で使用している情報との遅れを進角制御によって補償しているので、トルクリップルを減少することができ、自動車や車両の高性能電動パワーステアリングに適用可能である。

#### 【図面の簡単な説明】


#### 【0032】

- 【図 1】 本発明の原理を示すブロック図である。
- 【図 2】 本発明の進角制御の特性例を示す図である。
- 【図 3】 本発明の構成例を示すブロック図である。
- 【図 4】 電流応答の遅れの例を示す波形図である。
- 【図 5】 電流指令の修正を説明するための図である。
- 【図 6】 進角の例を示す特性図である。
- 【図 7】 進角の例を示す特性図である。
- 【図 8】 逆起電圧に対する進角制御を説明するための構成図である。
- 【図 9】 逆起電圧に対する進角制御を説明するための図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0033】

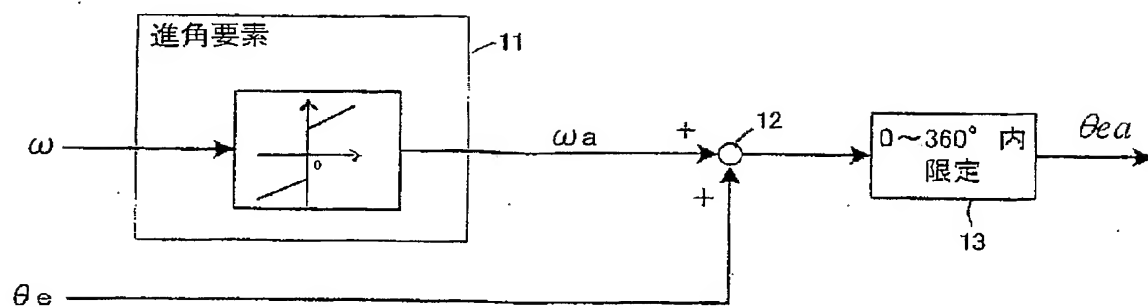
- 1 制限部
- 2  $I_d$  計算部
- 3  $I_q$  計算部
- 4  $dq/a b c$  (2 相/3 相) 変換部
- 5 PWM 回路
- 6 駆動回路
- 7  $EMF$  計算部
- 8  $a b c/d q$  (3 相/2 相) 変換部
- 10 モータ
- 100 推定部



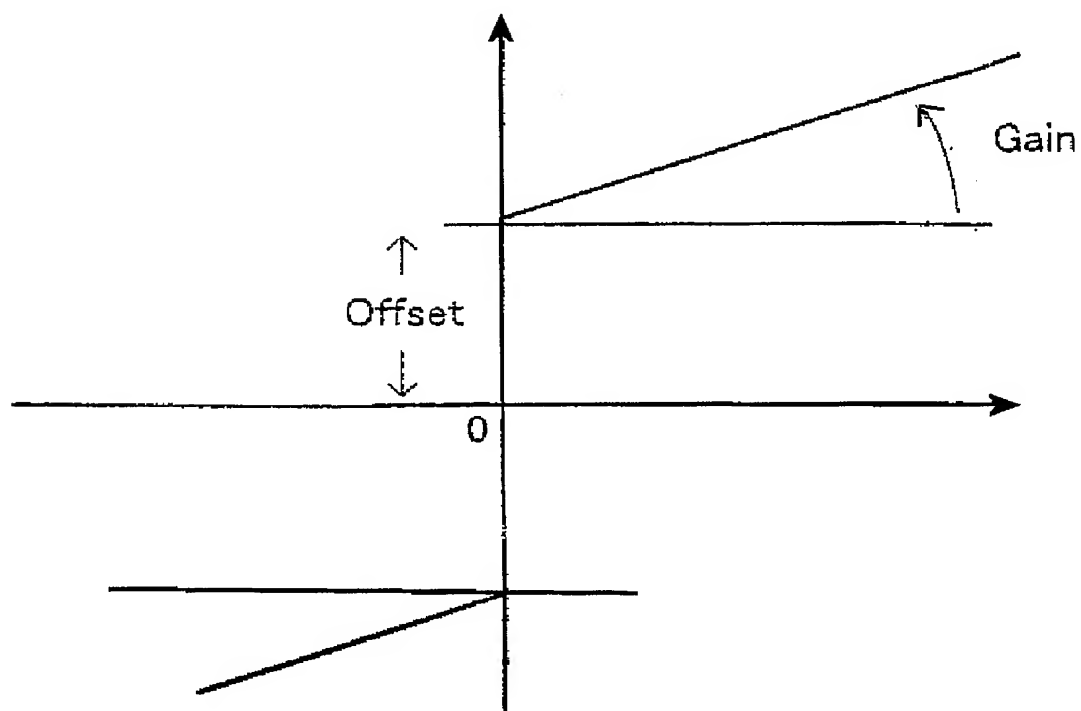
1 1 0	進角制御部
1 1 1	進角要素
1 2 0	進角制御部
1 2 1	進角要素
1 3 0	ルックアップテーブル

【書類名】 図面

【図 1】

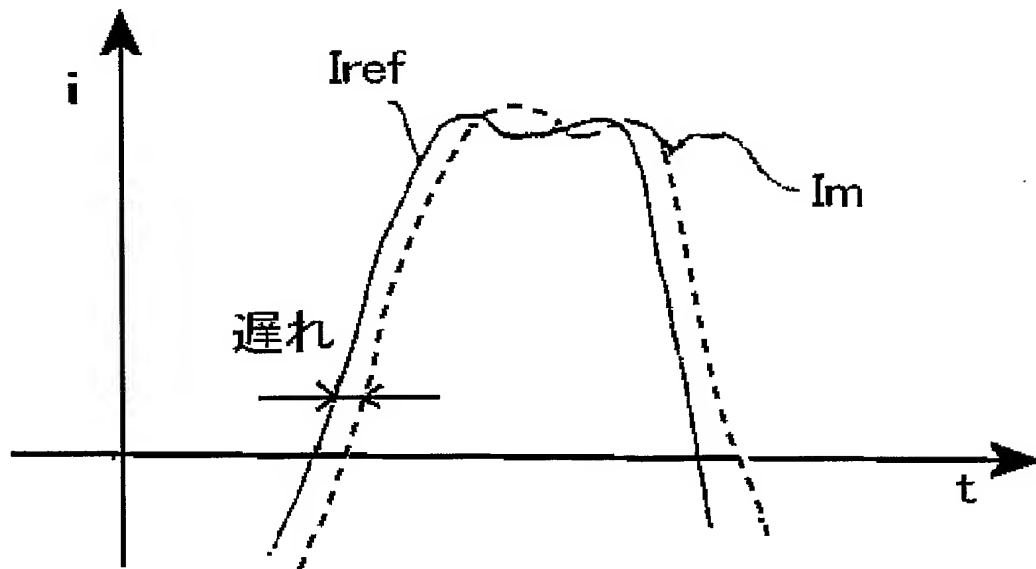


【図 2】

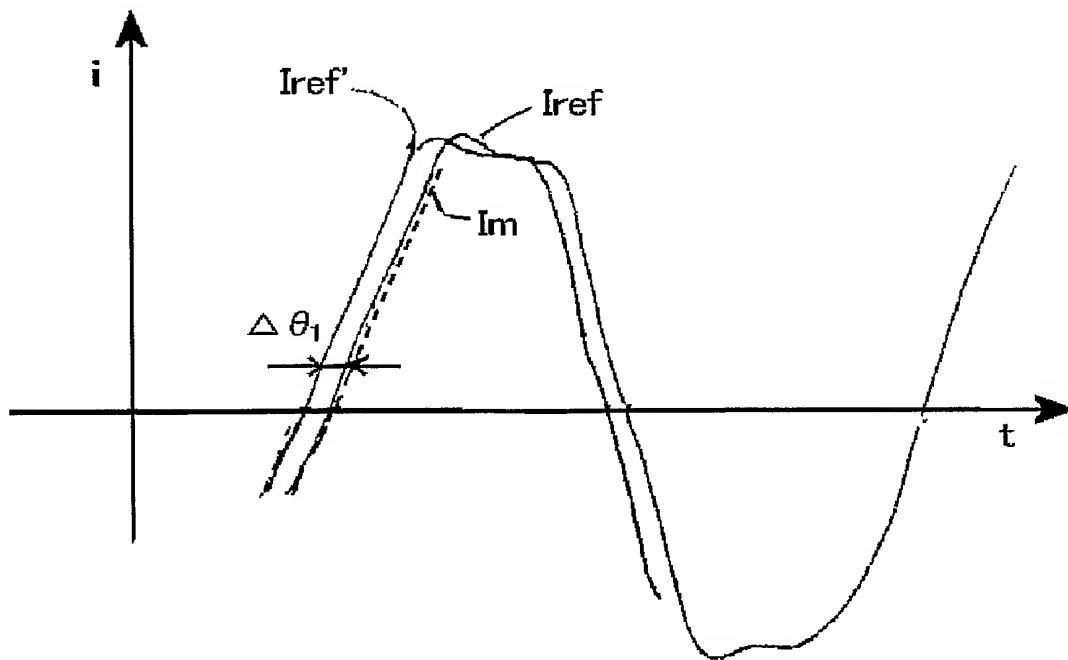




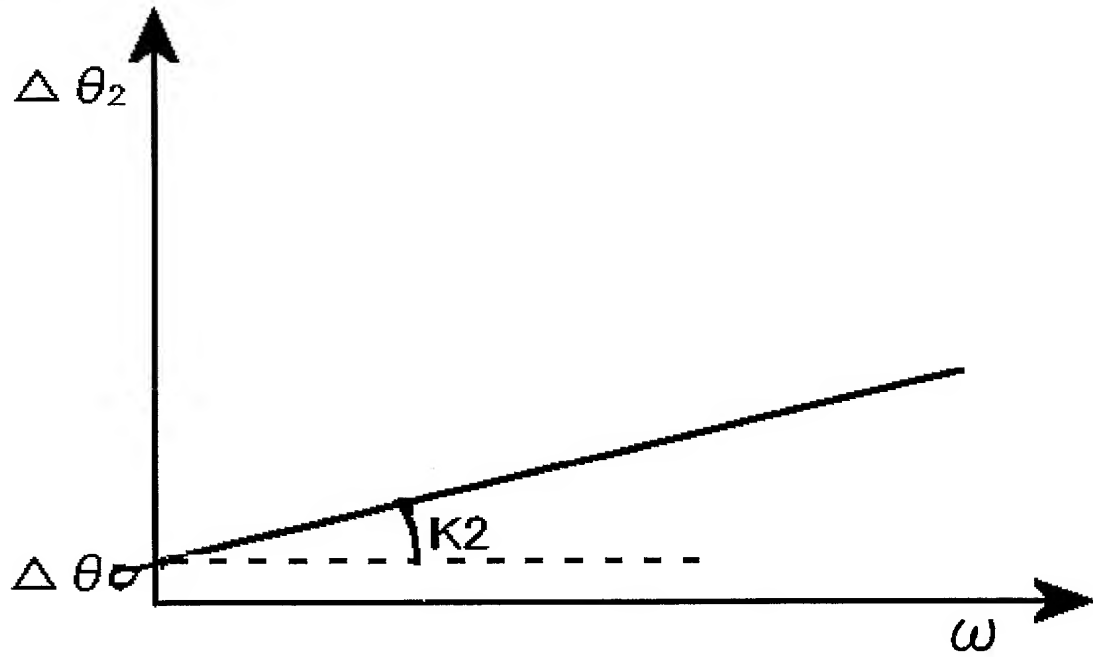
【図 4】



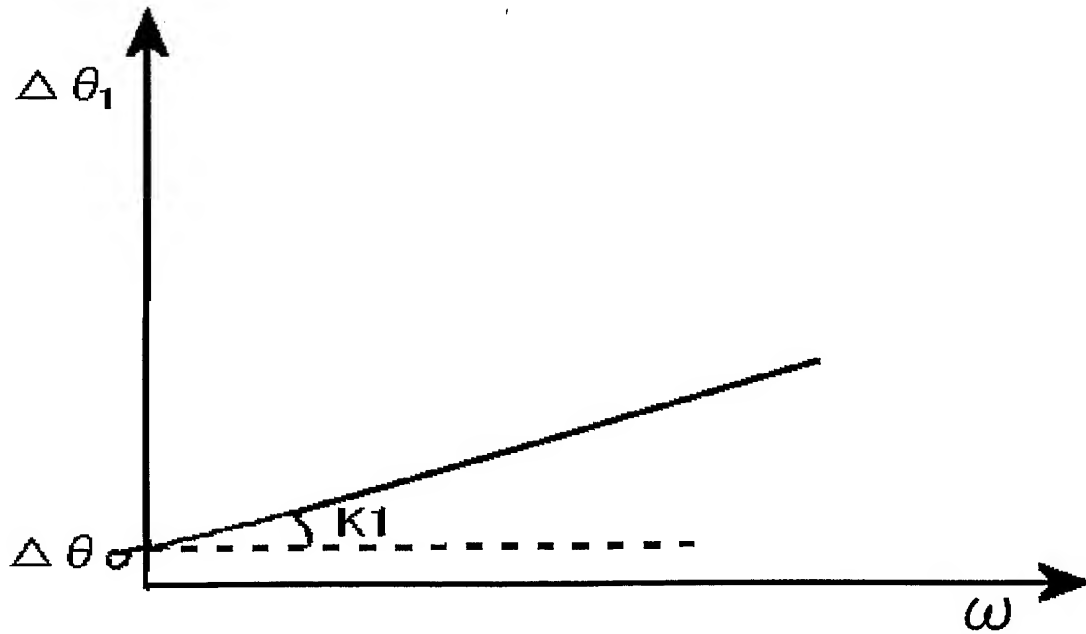
【図 5】



【図 6】

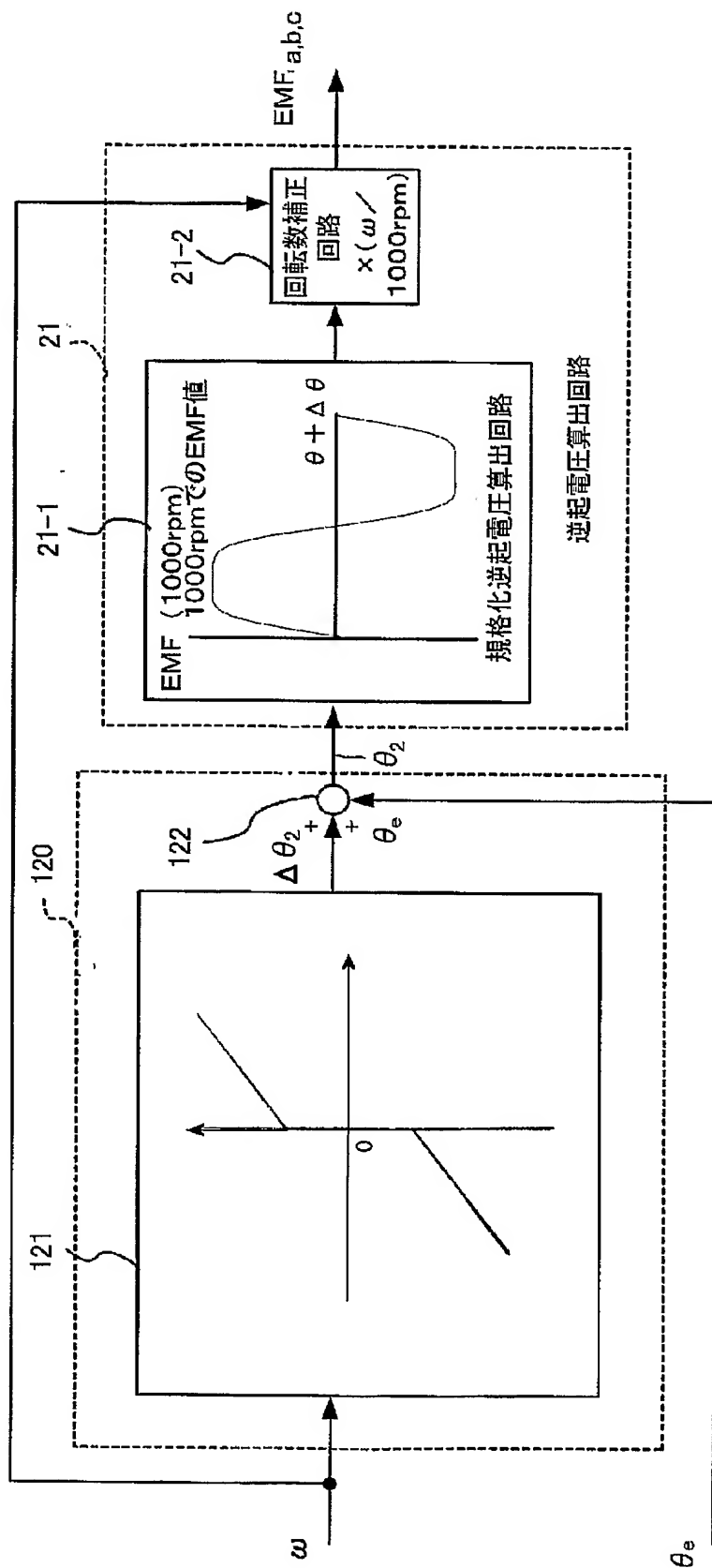


【図 7】

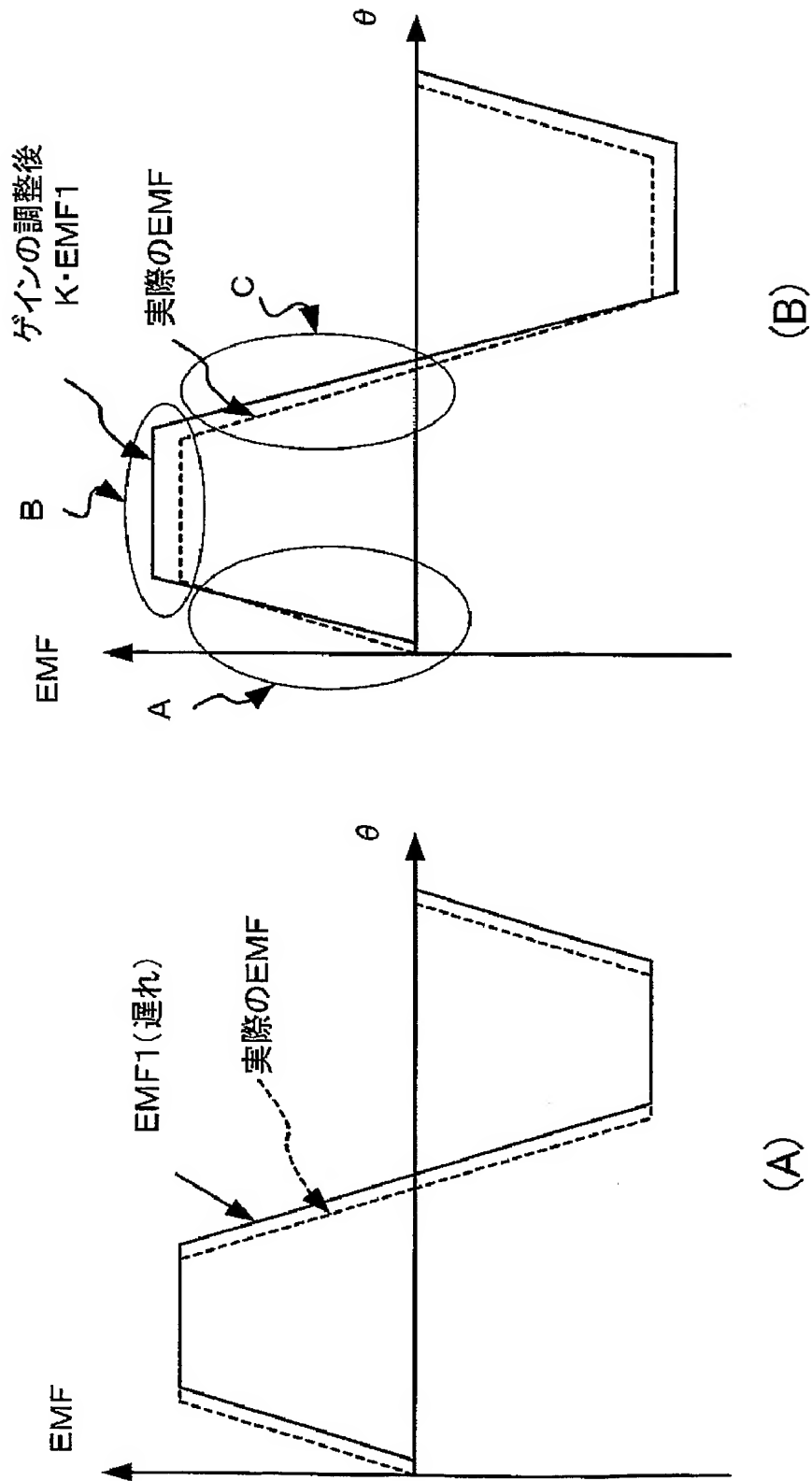




【図 8】



【図 9】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 簡易な演算でモータ回転時のトルクリップルを減少させることで、操舵フィーリングを低下させることなく、円滑で安全なアシスト制限を行い得る電動パワーステアリング装置の制御装置を提供する。

**【解決手段】** モータによるアシスト力を操舵系に付与するようになっているベクトル制御方式の電動パワーステアリング装置の制御装置において、角速度に応じた位相遅れを求め、前記位相遅れを電気角に加算して修正電気角を算出し、前記修正電気角に基づいてベクトル制御における電流指令値生成の補償を行う。

**【選択図】** 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 4 - 0 0 5 0 6 7
受付番号	5 0 4 0 0 0 4 1 2 6 5
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 6 年 1 月 1 5 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成16年 1月13日

特願 2 0 0 4 - 0 0 5 0 6 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 0 4 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号

氏 名

日本精工株式会社

特願 2 0 0 4 - 0 0 5 0 6 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 0 2 0 6 6 6 2 9 ]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 1 月 2 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号

氏 名

N S K ステアリングシステムズ株式会社